Patología de la madera en la edificación.
Comportamiento frente a ambiente exterior marino. Análisis comparativo de situaciones dadas en Venecia, Dakhla y Las Palmas de Gran Canaria

Ruth Cedrián Jorge
Ortega Andrade (director)

Buscar soluciones contra los daños que provoca la humedad en la madera de construcción es un objetivo común de las ciudades costeras. La tradición, la cultura, la economía y otros factores hacen que en cada una de ellas se utilicen maderas y técnicas distintas, obteniendo unos resultados concretos.

Canarias, plataforma tricontinental, es el eje de partida del presente estudio, que expone usos tradicionales y actuales de la madera en las tres ciudades, influencias recíprocas en el pasado y el camino para un aprovechamiento óptimo de la cultura global en el futuro.

To find solutions against the damages caused by moisture in construction timber is a common goal for coastal cities. Old traditions, culture, economy and other factors in coastal cities favour the use of diverse kinds of timber and the different technique which are applied to them, obtaining a certain results.

Canary Islands, as tricontinental platform, is the stepping stone for this investigation, which exposes traditional and current uses of timber in the three cities, reciprocal influences in the past and the path to an optimal use of global culture in the future.

Introducción

Campo general

Pocos materiales poseen la capacidad de evocación de la madera. Durante miles de años el hombre la ha empleado para satisfacer muchas de sus necesidades y, en nuestros días, tipologías ancestrales continúan siendo válidas. El estudio sobre este material es tan antiguo y extenso que no se podría establecer un punto determinado de su desarrollo, ya que continuamente se sientan sobre las ancestrales bases nuevas técnicas y procedimientos. No dejan de presentarse en el mercado nuevos métodos de decapado, productos de fondo de protección y acabados contra los efectos nocivos de los rayos infrarrojos entre otros.

Además, el nuevo Código de la Edificación y la Directiva Europea de Productos de la Construcción, de nueva implantación sitúan por primera vez a la madera dentro de una normativa de obligado cumplimiento, causa añadida a un interés renovado por su estudio.

Actualmente, en España, en materia de investigación sobre la madera como material de construcción se impone por encima de todos los organismos la AITIM (Asociación Técnica de Investigación de las Industrias de la Madera). Sin embargo, es Italia el país que cuenta con un mayor bagaje, siendo la cultura de la Restauración Arquitectónica de gran repercusión en su sociedad, e incesante el uso de este material durante la historia de su construcción. Venecia es además uno de los lugares con mayor tradición en este tema, y único en el mundo el sistema de cimentación a base madera que sustenta la ciudad.

Antecedentes de la investigación

La madera, por su uso histórico es un elemento muy importante a tener en cuenta cuando se realiza un proyecto de conservación, restauración o rehabilitación en construcciones de carácter histórico. Conocer en profundidad las características que posee, su uso tradicional y las nuevas técnicas es de vital importancia para el trabajo del res-




Artículo patrocinado por
Satocan y Astican

taurador. La reconversión de los centros históricos, la rehabilitación de las zonas obsoletas y una buena conservación del patrimonio son claves para una buena gestión de los recursos turísticos en zonas con gran dependencia de éste sector, como es el caso de Canarias.

La formación específica recibida por la investigadora en materia de Restauración en Instituto Universitario di Arquitectura de Venezia (IUAV) y el emplazamiento y naturaleza del Proyecto de Fin de Carrera han motivado la elección de ésta ciudad como referencia. La abundancia del uso de la madera en Venecia y en Canarias llama la atención e invita al estudio de su comportamiento en situaciones que se singularizan por humedad relativa alta y ambiente marino. Además, por ser Canarias plataforma Tricontinental se quiere aprovechar la oportunidad de comparar la construcción y uso del material en estos dos climas marinos con los de la costa Noroccidental africana, en concreto se ha elegido por su proximidad cultural la ciudad de Dakhla. Canarias, como nexo entre África y Europa será el lugar idóneo para la reflexión sobre las influencias entre ellos y el enriquecimiento de la cultura multicultural de las islas. En resumen, desarrollados por el presente proyecto de investigación en base a las motivaciones y los aspectos tomados como base de partida son:

- Conocer de las técnicas de construcción históricas en diferentes culturas.
- Conocer las pautas de comportamiento físico y químico característico del material en climas similares.
- Buscar las semejanzas y diferencias en técnicas de utilización, refuerzo, protección y limpieza.

Todo ello con el fin de importar y exportar en un futuro técnicas tradicionales e innovadoras para la construcción, el refuerzo y conservación del material que den resultados más satisfactorios que las utilizadas en la actualidad. Esto permitirá impulsar una mejora en la situación económica y empresarial canaria, dotar a la comunidad investigadora canaria de nuevos recursos de investigación aplicables a su industria y renovar las zonas turísticas obsoletas y potenciar el turismo rural.

Identificación de las variables

Analizada la bibliografía existente y habiendo realizado una inspección en las zonas se procedió a la recogida de datos que permitieran una mejor comprensión del estado del material y su comportamiento en los tres lugares de estudio. Para la medición de las condiciones ambientales de las muestras se utilizó un termohigrómetro marca Hanna, modelo HI 91610, mientras para la determinación de la humedad relativa de la madera se empleó un medidor portátil Protimeter Mini.

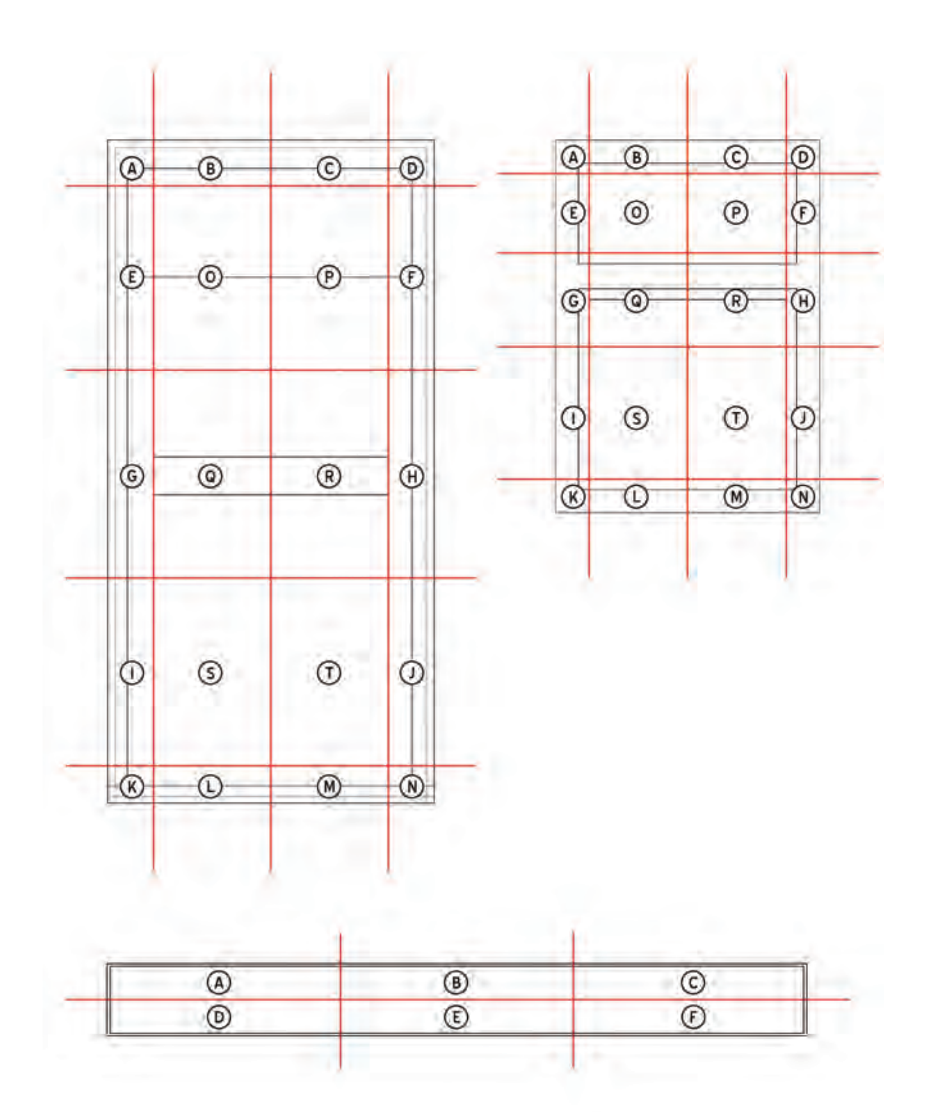
Se hizo necesario un estudio conjunto en cada ciudad para poder llegar a establecer el estado de cada elemento en relación a los datos obtenidos.

En cuanto al diseño de las variables independientes, las muestras han sido elegidas buscando un patrón lo más común posible. Así, se ha decido que cumplieran con una serie de condiciones a la hora de incluirlas en la selección. Se fijaron dos tipos de parámetros: los que debían homogeneizar las muestras y los que debían dar la suficiente heterogeneidad para que fueran resultados asumibles como representativos.

Homogeneizadores: Edad (> 50 años), estado (maderas afectadas), altitud (< 30 msnm.), temperatura (20°C < y < 30°C), hora (diurna con radiación indirecta). Cada una de las ciudades tiene aspectos lo suficientemente estables como para que condicione la toma de muestras en las otras.

Heterogeneizadores: Situación, zona de agua alta, tipo de madera, humedad del aire, orientación, tipo de tratamiento protector, distancia al suelo.

Una vez elegida la muestra, partiendo de las variables independientes, se procedió a tomar una serie mediciones por cada una de ellas. Realizadas las medidas en varios puntos, se eligieron los valores más representativos, y que se detallan en las tablas matriciales. En la mayoría de los casos se trata de los valores de las partes inferiores y de las más cercanas al soporte, por ejemplo marcos y cercos de puertas y ventanas, y cabezas de las vigas. En estos puntos, la transmisión de



agua de capilaridad es más acusada, y esto se refleja tanto en su estado como en los valores. Además, se aporta un valor medio del resto del elemento, para poder tener una referencia del estado del conjunto

Las agujas del humidímetro, penetran en el material y captan la humedad absoluta. El sensor trabaja en modo capacitivo, es decir, en función de la penetración del campo eléctrico en el material, influenciada por la humedad.

El dispositivo nos da valores para la variable dependiente comprendidos entre 6% y 60% de humedad contenida. Los valores de humedad admisibles para madera que interesa según las especificaciones del instrumento son; para estructuras hasta 22% y para carpinterías exteriores hasta 18%.

Para poder identificar cada resultado con su la localización dentro de la muestra se ha elaborado un esquema definiendo zonas dentro de cada elemento constructivo. Así, los resultados de cada punto de muestreo se definirán en las matrices con un número comprendido entre 6 y 60 acompañado de una letra de la A a la T.

La metodología contó con una serie de limitaciones cuya consideración es fundamental a la hora de sacar conclusiones.

En el trabajo de campo, fueron la climatología veneciana y la escasez de construcciones históricas en Dakhla los obstáculos más destacables. De hecho, en esta última se hizo necesaria la inclusión de respondientes que no cumplían con el requisito de la edad, no encontrando accesibles los suficientes que cumplieran con todas la variables independientes.

Como mayor carencia en la investigación, es necesario hablar de la dificultad de encontrar datos para determinar el tipo de madera usado para cada elemento. Ésto se debe a que la mayoría están recubiertas con materiales protectores y opacos, que las protegen de los fenómenos atmosféricos. Además, una vez examinada la bibliografía, se prevee que para una misma ciudad y periodo el uso de un mismo tipo de madera fuera bastante extendido, por razones culturales y/o comerciales. Éste puede ser un factor que distorsione las muestras, y que se hace necesario comprobar en un futuro.

En adición, para un estudio pormenorizado sobre el estado de la estructura interna de la madera, habría sido necesaria una instrumentación precisa basada en la emisión de ultrasonidos. Un estudio más detallado de la estructura de cada elemento permite conocer de una manera más eficaz el tipo de madera.

Análisis sintomático y diagnóstico

En un 46,94% de los respondientes de la ciudad de Venecia se sobrepasa en algún punto la humedad admisible indicada por el fabricante del humidímetro. Para la ciudad de Dakhla los respondientes que los superan representan el 42,10% de la muestra. Aunque para la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria solo se ha podido registrar hasta ahora resultados para 5 respondientes, se ha venido estudiando durante meses el estado de los elementos constructivos exteriores, no encontrando que las futuras muestras puedan dar datos muy distintos a los ya obtenidos, ya que la mayoría se encuentra aparentemente en buen estado. El elemento con número 73 es hasta ahora el único que sobrepasa los valores límite, siendo una carpintería y representando un 20% de la muestra.

La preferencia en el uso del barniz por encima del de la pintura solo se ha observado en Las Palmas de Gran Canaria, con un 60% de los casos, mientras que en Dakhla solo se usa en el 26,32% de los elementos analizados y en Venecia en el 24,49%.

Ésto ya se había observado en un examen preliminar, dándose además la circunstancia de que parte de las carpinterías barnizadas analizadas en Dakhla son de construcción española, y por lo tanto bajo el criterio constructivo español. El resto en su gran mayoría son tratadas con otro tipo de pinturas.

Formas vistas de alteración y/o degeneración de la madera y sus acabados, a causa de la humedad (fotos tomadas durante el trabajo de campo).

En la madera

- Deformación o alabeo: el material pierde su estructura original y normalmente alcanza una forma alabeada. Se da sobre todo en maderas de sección estrecha, y se puede deber a una gran variedad de factores además de a la infiltración de humedad en las microfisuras del material por ejemplo a la acción física, oscilaciones térmicas, falta de mantenimiento…
- Ataque de hongos o putrefacción: está causada por la presencia de agua, normalmente a través del soporte y potenciada por la escasez de ventilación. Existen varios tipos; roja, azul, blanca, parda… Las más habituales son la parda y la blanca. La primera oscurece la madera, creando fisuras transversales que acaban por formar paralelepípedos fácilmente extraíbles. Es posible confundirla con la madera carbonizada. La segunda llega a crear cavidades llenas de residuos de celulosa, después de haber decolorado la madera, ya que solo agreden la lignina.

Deformación o alabeo



Ataque de hongos o putrefacción

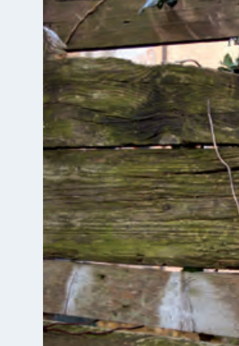
- Alteración cromática: está causada por a la acción de desecación o ataque de hongos. La presencia de humedad puede ser discontinua en el primer caso o continua en el segundo. Se observa que muchas de las maderas que tienen un alto conte- nido de humedad son también las que más se resecan, debido al proceso ya nombrado de absorción y desecación a través de las microfisuras de las fibras.
- Agresión por insectos y otros xilófagos: degeneración biológica del material que se da en ambientes no ventilados y con una humedad contenida en la madera mayor o igual al 20% o en ambientes con un 85% de humedad ambiental. Según la intensidad y el tipo de xilófago aparecen diferentes tipos y cantidad de cavidades o galerías en la misma. La carencia de espesor en estas zonas despoja al material de parte de su resistencia. Las microfisuras de la madera propician la aparición de este tipo de daño, y viceversa.
- Aparición de líquenes, musgos y otros tipos de vegetación: la presencia de estos organismos son igualmente debidos a la presencia de humedad constante sobre la madera, sobretodo en lugares orientados al Norte, o en zonas escasa radiación solar.

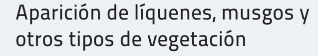


Alteración cromática



Agresión por insectos y otros xilófagos





Aparición de líquenes, musgos y otros tipos de vegetación

En los acabados

- Decapado: se debe normalmente a una adherencia insuficiente con el soporte o una mala preparación del mismo. Esta adhesión puede verse agravada por efecto de humedad filtrada en el material.
- Descamación: degradación progresiva de porciones de pintura que se desprenden de los estratos anteriores. Normalmente está causada por la pérdida de adhesión del estrato anterior, que no ha sido tratado debidamente. Igualmente, esta pérdida de cohesión viene agravada por efecto de los agentes atmosféricos, como la humedad que alcanza las microfisuras de la madera.
- Agrietamiento: se debe a la escasa resistencia del producto de acabado, su envejecimiento o la desecación de la humedad contenida en la madera. Los materiales de protección con alta impermeabilidad no dejan pasar el vapor a través de ellos, de ahí que se cree una capa intersticial cargada de humedad.

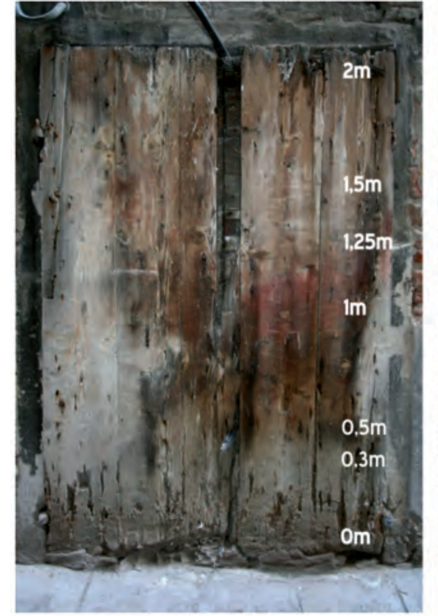
Decapado

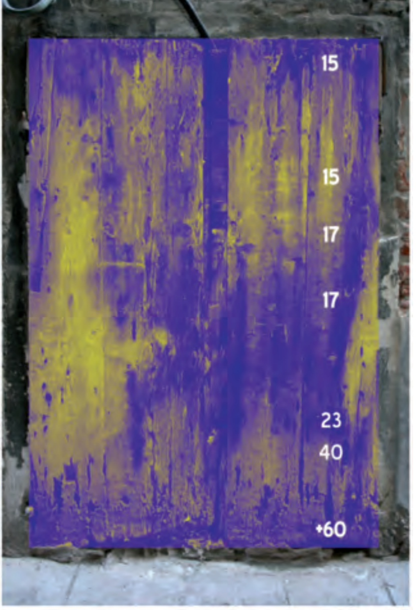
Descamación

Agrietamiento

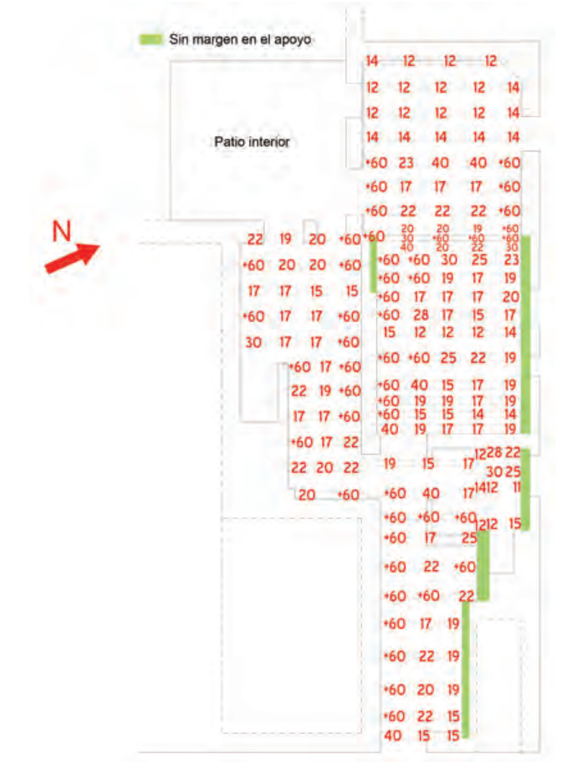
Se ha elaborado un mapa de humedad del elemento N°16, una puerta situada en la Calle Erizzo 566, Sestiere de San Marco, Venecia. Ésta se encuentra tapiada con un paramento formado por tablones de madera que se encuentran atacados por hongos. Se observa como las zonas en contacto con los paramentos tienen diferente color que las zonas interiores.

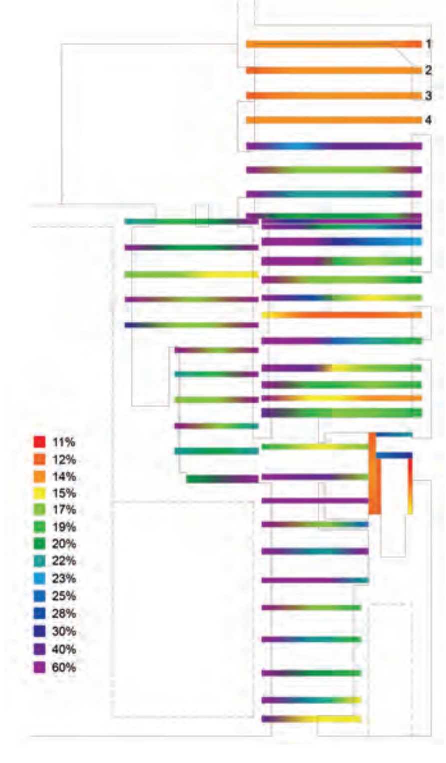
En adición se ha realizado medición en una vivienda en planta baja situada cerca de La Salute, en Venecia, concretamente en Calle Lanza 154b. En primer lugar hay que mencionar que en cualquier edificación cubierta, son las cabezas de las vigas las que por su contacto con el interior del muro reciben mayor humedad, y los puntos más críticos a la hora de iniciarse la pudrición. Por lo tanto, a la hora de examinar los resultados, es fundamental relacionar entre sí los valores obtenidos en dichos puntos. En este caso además, nos encontramos un caso de estudio particular, tanto por la alta humedad de capilaridad que existe en la ciudad como porque la vivienda se encuentra en una zona de fácil inmersión por las aguas altas (véase en las fotos efecto de la capilaridad en los muros).





Mapa de humedad del elemento N°16





Para el análisis de las muestras hay que tener en cuenta que la esquina superior izquierda (u Oeste) de la propiedad y el margen izquierdo (Noreste) se corresponden con patios interiores, siendo el primero de dimensiones mucho más limitadas. Se puede observar como en la mayoría de los casos las vigas que están en contacto con estancias más ventiladas gracias a éstos son las que tienen mejores condiciones para evaporar su humedad. Así, los extremos de las vigas de la estancia mayor que apoyan en el muro exterior rondan el 19% de humedad, mientras los interiores se sitúan en su mayoría en un 60% de humedad. Se recuerda, que según las especificaciones del instrumento el contenido máximo admisible para estructuras es un 22%. Otra posibilidad, también plausible, es que la posición de los radiadores en la vivienda influya altamente en el contenido de humedad del muro, y por ende de las cabezas de las vigas. Esto explicaría por qué, las vigas de la 1 a la 4 son las que tienen con diferencia un menor contenido de humedad, ya que son las únicas debajo de las cuales hay radiadores en ambos extremos. Si este razonamiento no fuera adecuado, y descartando que se trate de vigas más nuevas, es difícil formular otro acerca de este último particular con los datos que se tienen.

Es hecho curioso que las zonas húmedas (cocina y baño), situadas en la parte central derecha de la vivienda sean las que contienen parte de las vigas con menos humedad contenida. Como hipótesis, y teniendo la ciudad unas condiciones atmosféricas poco clementes, se puede plantear la probabilidad de que cocina y baño sean las zonas que por necesidad más ventiladas se mantengan.

Las cuatro posibilidades planteadas son compatibles entre sí, pudiendo ser variable sin embargo la repercusión de cada una de ellas en el resultado final.

Desgraciadamente hasta el próximo año, en época similar, no será posible relacionar la humedad del muro con la de la cabeza de la viga situada sobre él. El estudio de esta conexión habría sido de ayuda a la hora de calcular la influencia que ejerce cada una de las hipótesis planteadas.

Cabe señalar la variedad de resultados obtenidos en vigas con unas condiciones similares, lo que indica la importancia del elemento singular. Esto quiere decir que es probable que la estructura interna de la madera juegue un papel importante en su comportamiento ante las humedades.

Conclusiones e implicaciones

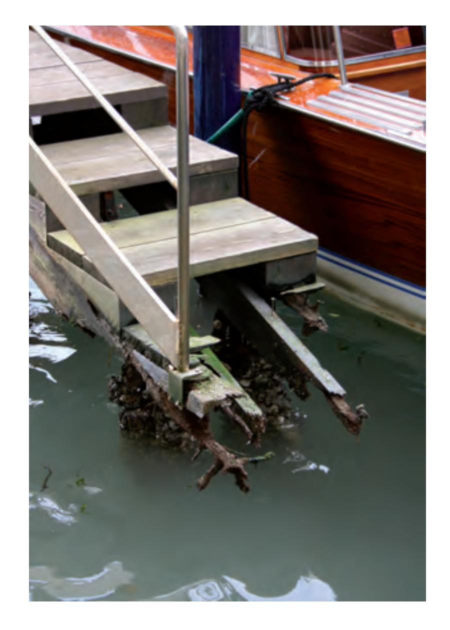
Una vez tomadas las muestras se ha comprobado que los resultados son altamente dependientes de una serie de condiciones específicas. Además, al ser la madera un material anisótropo se hace más difícil conseguir regularizar los datos obtenidos.

Asimismo, se ha observado que las maderas, una vez atacadas por xilófagos son con diferencia las que más sufren la humedad, además de las que por su uso o situación sufren otro tipo de ataque. La gran mayoría de las maderas que tenían un contenido de humedad de un 40% o más padecían algún tipo de daño que transformaba sus fibras haciéndolas un material mucho más poroso.

En ocasiones, son las partes desprovistas de protección las que más secas se encuentran. Se debe a que el proceso de mojado y secado en estos casos es más rápido, al estar los poros del material expuestos a la captación y evaporación directa. Esta serie de procesos sucedidos con frecuencia, son los causantes de que se degraden con mayor facilidad estos puntos, de ahí la costumbre de proteger el material con productos que impiden que sus poros queden a la intemperie. Por lo tanto, se puede deducir, que una madera seca no necesariamente está sana.

Se ha observado que en general las maderas que reciben un mantenimiento adecuado se conservan bastante mejor de lo que se esperaba. La tradición parece que tiende a sustituir los tratamientos basados en pinturas, efectivas y más económicas por otros basados en el barniz, menos efectivos pero con resultados más estéticos.

En cuanto a la climatología, se ha descubierto que los valores de humedad están altamente condicionados por la cantidad de humedad de capilaridad contenida en el terreno, muro y pavimento, mientras que con una buena protección las









condiciones ambientales son una amenaza menor. Parece que es principalmente en los interiores no ventilados donde este factor cobra importancia, llegando a darse condiciones de saturación que impiden la evaporación del agua contenida en el material, y que a largo plazo lo dañan.

A esto se suma que la orientación, que en ciertos momentos permite la radiación solar directa, y la presencia de otros elementos como los radiadores en las viviendas ayudan a la eliminación de parte de la humedad contenida en los paramentos, y aunque aún no es una conclusión cerrada, en un futuro se pretende comprobar su influencia final en la variable dependiente estudiada.

Todas estas conclusiones se toman partiendo de que los tipos de madera no han sido un factor comprobado, y los datos aportados por este particular podrían modificar esta conclusión.

Diferencias geográficas detectadas entre las ciudades y su influencia en el efecto de la acción del viento, la salinidad y el contenido de humedad:

- Influencias de la laguna veneciana y el Mar Adriático en Venecia: históricamente desembocadura de ríos, y con sólo tres bocas de puerto en contacto con el mar, el agua de la laguna está cargada de sustancias en disolución. Ésto es visible cuando se aprecia la cantidad de vida que depende de este ecosistema. Venecia es famosa además por su conformación mediante pequeñas islas conectadas a través de puentes. Gran parte de las edificaciones de la ciudad tienen por lo tanto su fachada lindando directamente con sus ríos y canales. Por ello, en condiciones de ausencia de

viento y altas temperaturas la humedad ambiental es realmente alta.

- Desierto del Sáhara y Río de Oro de la península de Dakhla: el viento procedente desde una orientación Norte a Sureste, influenciado por el desierto, es más seco que el viento de Oeste (aunque la ría aporte cierta humedad al viento de Oeste, no es suficiente). Por lo tanto las fachadas orientadas al Océano Atlántico son las más atacadas por la humedad y la salinidad marinas. Sin embargo, la persistencia de su acción y la ausencia de vegetación hacen que la acción del viento sea devastadora a largo plazo. Éste no solo lleva la humedad y las sales marinas a los materiales, sino también áridos en suspensión que erosionan y causan corrosión alveolar. Este fenómeno consiste en la aparición de oquedades de diferentes dimensiones en su superficie.
- Anticiclón de las Azores en Canarias: en Canarias el anticiclón de las azores influye notablemente, provocando la incidencia constante durante gran parte del año de los vientos alisios, que llegan en dirección Noreste. La influencia de éstos vientos se puede ver en muchos aspectos, como por ejemplo en la mayor presencia de humedad y salinidad en las fachadas abiertas a esta dirección.

Discusión

Los elementos constructivos analizados y vistos durante una amplia inspección a la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria están aparentemente mejor que en las otras dos ciudades. Obviando a priori las posibles influencias climáticas y los otros condicionantes tenidos en cuenta a la hora de homogeneizar las muestras, se plantea otra posibilidad que explique éste hecho. Puede tratarse sencillamente de una cuestión de manutención de las carpinterías y estructuras. Es decir, en Las Palmas, las maderas de exteriores de más de 50 años que aún continúan en uso suelen ser de edificios catalogados, en zonas de alto nivel adquisitivo y que por ende se mantienen cuidadas por sus propietarios o la administración.

En el caso de Venecia, aun siendo superior el nivel de renta de los propietarios muchas de estas edificaciones están desocupadas y desatendidas, siendo uno de los problemas más conocidos.

Para Dakhla los motivos son muy distintos, pudiéndose agrupar en dos tipos los casos examinados. En uno entrarían las construcciones antiguas, que por su edad y su uso actual tienen poco o ningún mantenimiento. Y en el otro caso entrarían las actuales, que debido al bajo poder adquisitivo de la zona carecen igualmente de cuidado. Aun así, se considera que la climatología, mucho más severa en las últimas dos ciudades es razón de sobra para que sus maderas se encuentren más dañadas.

Siguiendo la lógica de la investigación, que pone en relación los efectos de la humedad en lugares con un nexo cultural y un marcado ambiente exterior marino, se considera que las demás islas de la Macaronesia podrían formar parte de este estudio. En este caso, el volumen de trabajo a desarrollar y la profundidad de trabajo obligaron a acotar las zonas, no dejando que el ampliar ciudades de estudio implique que el mismo sea menos profundo. Se propone pues como vía de investigación posible la relación que existe en este mismo aspecto para las distintas islas de la Macaronesia.

No quiero cerrar la discusión sin hacer mención a Dakhla, en la que bajo la coyuntura sociopolítica, existe una tendencia a priorizar la celeridad en la construcción frente a la calidad en la misma. Esta inclinación se ve influida además por la baja renta per cápita y empeorada por las condiciones climatológicas. Por todo ello creo que la ciudad precisa de un nuevo modelo de producción constructiva, y una serie de pautas para la correcta conservación de las edificaciones. Además, debido a su situación geográfica e histórica, en la construcción de Dakhla han influido al menos cuatro culturas: la española, la francesa, la bereber y la magrebí proveniente de marruecos; y todo en un periodo de tiempo increíblemente corto (un siglo y medio), desde su constitución como ciudad. El efecto que dicha interacción ha causado en la construcción se propone además como base para otras investiga-

ciones análogas, que incluyan las pautas ya descritas en el párrafo anterior.

En futuras fases de la tesis, también se propone el estudio de la relación entre la humedad contenida en la madera y la resistencia que la misma opone a la rotura por fuerzas, ya sean de tracción, compresión o torsión. Se propone asimismo el análisis de captación de la humedad en toda la superficie de las carpinterías, en relación con el ya realizado en las vigas de una vivienda, observando la claridad con la que se muestran los resultados en este tipo de prueba. Para ello se prevé el uso de mapas corocromáticos, como el utilizado en el caso de las vigas de la casa en Calle Lanza.

Es de interés también en un futuro la clasificación de los contenidos medios de salinidad en el ambiente para cada ciudad, de manera que se pueda probar la influencia de la misma, considerándola otro agente a tener en cuenta.

Además de objetivos propuestos al inicio del estudio, los nuevos datos aportados durante la investigación han supuesto la integración de otro tipo de objetivos y los nuevos problemas planteados comentados párrafos anteriores.

Referencias bibliográficas

ASOCIACIÓN CULTURAL "DÍA DE LAS TRADICIONES CANARIAS" (2007). "El trabajo de la madera en Canarias", El Pajar: Cuaderno de Etnografía Canaria, num 7.

BISCOTIN, G.; IZZO, F.; RINALDI, E. (2009): *Il sistema delle fondazioni lignee a venezia.* Venezia, Corila.

CAMPANELLA, L. (2007): *Chimica per l'arte.* Bologna, Zanichelli.

COMUNE DI VENEZIA (INSULA), (2007): *Venezia manutenzione urbana. Insula: 10 anni di lavori per la città.* Treviso, Vianello Libri.

FRANCESCHI, S.; GERMANI, L. (2007): *Il degrado dei materiali nell'edilizia. Cause e valutazione delle patologie.* Roma, Dei.

GALLEGO ROCA, J. (2004): *La imagen de Venecia en la cultura de la restauración arquitectónica.* Granada, Universidad de Granada.

GAMBETTA, A. (2010): *Funghi e insetti nel legno. Diagnosi, prevenzione, controllo.* Florencia, Nardini Editore.

GENNARO T. (1996): *Il restauro delle strutture di legno.* Milano, Hoepli.

LANER, F. (2005): "Durabilità e manutenzione delle costruzioni di legno", *Promo_Legno*, Prontuario 3.

ORTEGA ANDRADE, F. *Patología de la construcción: humedades en la edificación.* Sevilla, Editan.

RODRÍGUEZ BARREAL, J.A. (1998): *Patología de la madera.* Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar.

SINOPOLI, N. (1992): *Progetto legno.* Milano, PEG.

THOMA, E. (2009): *La natura del legno. La vita e i segreti del più antico materiale da construzione.* Manzano, Edicom Edizioni.

Reseña curricular

Ruth Cebrián Jorge es Arquitecta licenciada por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Ha realizado los cursos de Doctorado "La restauración y la rehabilitación arquitectónica. Investigación, tendencias e innovaciones" y la tesina final de Título: "Evolución y análisis de la construcción en la ciudad de Dakhla hasta 2010. Degradación y adaptación conceptual." Actualmente está realizando la tesis doctoral que comparte título con la presente investigación. Paralelamente participa en los proyectos del grupo de investigación "Laboratorio de Proyectos Arquitectónicos III". A nivel profesional se dedica a la realización de proyectos de rehabilitación y de peritaciones judiciales, siendo además técnico titulada en esta última materia.

35400 Arucas
Teléfono: 647482488
E-mail: sibaris@coac-lpa.com

Identif.	Información del entorno y recogida de datos								Valores	Información sobre el elemento		
Nº elem.	Situación (calle, número y sestiere)	Fecha	Hora	Humedad	Temperatura	Orientación	Zona Agua Alta	Resultados y puntos de muestreo	Elem. Const.	Edad de la explotación	Tratamiento	Distancia al suelo (cm) del elemento
1 y 2	Calle della Mandorla y della Cortesia 3717 B - San Marco	13/06/2010	17:36	55,0%	26°	330° NW	121-130 cm	1:20S 9C 17M 2: 19C 12T 12M	Puertas	Aprox. 1900	1: Pintura 2: Barniz	Distancia al suelo (cm) del elemento
3	Calle della Mandorla y della Cortesia 3718 B - San Marco	13/06/2010	17:45	60,0%	26°	150° SE	111-120 cm	30S 15L	Puerta		Barniz	1 cm
4	Campo Manin 4021 - San Marco	13/06/2010	18:00	60,0%	25°	150° SE	121-130 cm	14L 6 y 8 resto (o menos)	Puerta		Pintura	
5	Fondamenta della Fenice (Trasera) 2557 a - San Marco	12/06/2010	17:40	72,0%	20°		101-110 cm	17M	Puerta Almacen			2 cm
6	Fondamenta della Chiesa (Chiesa S. Luca) - San Marco	13/06/2010	18:20	80,0%	22°	230° SW	121-130 cm	12L 14M donde no hay pintura y 6 el resto	Porton		Pintura	
7	Fondamenta della Chiesa (Corte d'A-pello Procura Gene-rale) - San Marco	13/06/2010	18:40	90,0%	22°	130° SE	131-140 cm	6T 8S - (26 M después de la lluvia)	Porton		Pintura	
8	Sotoportego delle Muneghe - San Marco	13/06/2010	19:00	81,0%	21°	140° SE (Sottop. aperto 50° NE)	91-100 cm	17D Muy seca en la zona inferior	Viga		Barniz	230 cm
9	Calle del Magazen 4537 - San Marco	18/06/2010	18:03	71,0%	16°	350° NW	131-140 cm	14M 12J 8F (ta-blón el el bajo)	Puerta		Barniz	0 cm
10	Calle dei Morti 4705 - San Marco	18/06/2010	18:10	50,0%	27°	130° SE	111-120 cm	17E	Viga		Barniz	300 cm
11	Calle dei Morti 4705 - San Marco	18/06/2010	18:12	50,0%	27°	130° SE	111-120 cm	25E	Viga		Barniz	300 cm
12	Calle dei Morti 4705 - San Marco	18/06/2010	18:15	50,0%	27°	130° SE	111-120 cm	25N 15D	Ventana		Pintura	0-150 cm
13	Calle delle Balote 4910 - San Marco	18/06/2010	18:25	578,0%	27°	300° NW	mayor de 200 cm	60K 60N 14A 19S 17H	Puerta		Pintura	2 cm
14	Sottoportego delle Acque 4939 - San Marco	18/06/2010	18:42	55,0%	26°	125° SE (per-pend.)	131-140 cm	20D 17E	Viga		Pintura (antes enlucido)	220 cm
15	Sottoportego delle Acque 4939 - San Marco	18/06/2010	18:42	55,0%	26°	126° SE (per-pend.)	131-140 cm	15D	Vigueta		Pintura (antes enlucido)	220 cm
16	Calle Erizzo (o Rizzo) 566 - San Marco	18/06/2010	19:00	55,0%	26°	30° NE	121-130 cm	60M 15C 23R	Puerta			10 cm (cemento)
17	Campiello San Zu-lian 597 - San Marco	18/06/2010	19:10	55,0%	26°	220° SW	131-140 cm	25D 14F (las demás vigas 60 en medio)	Viga (recubierta)		Pintura recubrim. ma-dera	220 cm (volado 70 cm)
18	Campiello San Zulian 597 - San Marco	18/06/2010	19:15	55,0%	26°	220° SW	131-140 cm	28D 15F (las demás vigas 60 en medio)	Viga (no recubierta)		Pintura	220 cm (volado 70 cm)
19	Barbaria delle Tole 6690 - Castello	18/06/2010	19:50	60,0%	26°	180° S	111-120 cm	60K 17G 14A	Puerta		Pintura	2 cm
20	Ramo Secondo del Brusà - Castello	18/06/2010	20:00	60,0%	25°	(perpend. abierto a la	131-140 cm	60F 20E 14H	Sistema de apeo	Año 2005 aprox.		-
21	Campiello di Santa Giustina detto di Barbaria 6550 - Castellano	18/06/2010	20:10	60,0%	25°	300° NW	121-130 cm	15L 8E 17K	Puerta		Pintura	150 cm
22	Calle Zen 6514 - Castello	18/06/2010	20:15	60,0%	25°	180° S	131-140 cm	19D 17E 20F 19F	Viga			230 cm
23	Sottoportego dei Bisati 799 - Dorso-duro	09/09/2010	16:27	66,5%	23°	300° NW	121-130 cm	60M 60N 20H	Puerta		Pintura	2 cm
24	Fondamenta de le Romite 1131 - Dor-soduro	09/09/2010	16:40	64,0%	23°	300° NW	101-110 cm	60S 17K 14R	Puerta		Pintura	1 cm
25	Calle del Fabro 3286 - Dorsoduro	09/09/2010	16:50	64,5%	23°	170° SE	131-140 cm	9L 12R 9G	Puerta		Pintura	0-0,5 cm
26	Calle Larga Ca'Foscari 3859 -	09/09/2010	17:05	65,5%	22°	90° E	131-140 cm	11L 9Q 8O	Puerta		Pintura	1 cm
27	Calle Larga Ca'Foscari 3858 -	09/09/2010	17:10	65,5%	22°	90° E	131-140 cm	22K 14M 9Q 8O	Puerta		Pintura	4 cm
28	Campo dei Frari 3005 - San Polo	09/09/2010	17:20	64,0%	23°	150° SE	171-180 cm	6G 6S 6L (en todo 6)	Portón		Pintura	2-5 cm
29	Calle de la Laca 2463 - San Polo	09/09/2010	17:40	64,6%	23°	190° SW	121-130 cm	15K 48L 15O 11Q	Puerta		Pintura	1,5-2 cm
30	Calle Traghetto Santa Lucia 678 -	09/09/2010	18:30	62,0%	22°	230° SW	131-140 cm	9P 17H 15S 60L	Puerta		Arriba pintura, abajo nada	2-5 cm
31	Fondamenta de Ca-nareggio 1105 - Ca-	09/09/2010	18:50	63,0%	22°	210° SW	131-140 cm	11L 9M 6Q 6R	Portón		Pintura	0,5-5 cm
32	Fondamenta de Sacca SN, San Giro-	09/09/2010	19:10	66,0%	21°	270° W	191-200	52H 12M	Puerta ca-seta		Barniz	27 cm
33	Parrocchia San El-vise. Fondamenta	09/09/2010	19:32	65,0%	22°	210° SW	No agua alta	9L 6R	Portón Igle-sia		Barniz (impregnante)	1 cm
34	Fondamenta del Mori 3399A - Cana-	09/09/2010	19:55	65,0%	22°	210° SW	91-100 cm	14K 9R 12M	Puerta		Barniz	4 cm
35	Chiesa S. Marziale, Campo San	09/09/2010	20:10	73,0%	21°	310° NW	111-120 cm	23K 15Q 14M 14L	Portón		Pintura	1 cm
36	Campo Santi Apostoli (Campanile) - Canareggio	09/09/2010	20:25	70,0%	22°	160° SE	121-130 cm	9S 11L 11R	Portón		Barniz y ausente	20 a piedra, 51 suelo (cm)
37	Salizada San Stae 1993 - Santa Croce	10/09/2010	18:10	50,0%	23°	320° NW	121-130 cm	17H 15L 60K 17L	Portón		Pintura	1 cm

Identif.	Información del entorno y recogida de datos								Valores	Información sobre el elemento		
N° elem.	Situación (calle, número y sestiere)	Fecha	Hora	Humedad	Temperatura	Orientación	Zona Agua Alta	Resultados y puntos de muestreo	Elem. Const.	Edad de la explotación	Tratamiento	Distancia al suelo (cm) del elemento
38	Campo San Giacomo da L'Orio	10/09/2010	18:25	52,0%	23°	300° NW	121-130 cm	11R 17L 11K	Portón		Pintura	0 cm
39	Campielo de le Erbe 2003 - San Polo	10/09/2010	18:45	55,0%	23°	300° NW	mayor de 200 cm	60N 60J 15R 20S	Portón o puerta		Pintura	0-2 cm
40	Naranzaria (cerca 125A) Rialto - San Polo	10/09/2010	19:15	55,0%	23°	130° SE	91-100 cm	12R 14T 14N 25M	Puertas		Protección inicial bajo pintura	0-0,5 cm
41	Campo dei Gesuiti 4905 - Canareggio	11/09/2010	16:35	43:05%	25°	210° SW	131-140 cm	6H 14L (gran parte seca)	Puertas		Pintura	1 cm
42	Iglesia San Cristo-foro, Isola San Mi-chele	10/09/2010	17:20	40,0%	25°	230° SW	No agua alta	9R 8K 12L 11L	Portón		Pintura	1 cm
43	Fondamenta de Quintavalle 1 - Cas-tello	11/09/2010	18:15	41,0%	25°	60° NE	111-120 cm	8R 9H 14N 17M	Puerta		Nada	36 al suelo (cm)
44	Fondamenta de Quintavalle 1 - Cas-tello	11/09/2010	18:20	41,0%	25°	60° NE	111-120 cm	6Q 9G 8L 9K	Puerta		Barniz	43 cm
45	Corte Pietro da Lesina 946A - Castellano	11/09/2010	18:42	41,0%	25°	260°SW	111-120 cm	6N 8K 6H	Puerta		Pintura	1 cm a la piedra, 31 al suelo
46	Corte Nova 2050 - Castellano	10/09/2010	19:00	41,0%	25°	60° NE	121-130 cm	12G 9H 60N 15K	Puerta		Barniz	0 a piedra, 23 al suelo (cm)
47	Campiello de la Sagrestia (cerca 2358B) - Castello	11/09/2010	17:15	48,5%	23°	350° NW	131-140 cm	12L 60M 11R	Puerta		Pintura	4 cm piedra, 73 al suelo
48	Campo San Severo 5018 - Castello	10/09/2010	19:44	50,0%	23°	250° SW	111-120 cm	22N 9K 14L 9Q 12M	Puerta		Pintura	7 cm piedra, 17 al suelo
49	Campo Santa María Formosa (Chiesa) - Castello	11/09/2010	20:05	49,0%	23°	310° NW	151-160 cm	15N 14M 11N 14K 12R	Portón		Pintura	5 cm a la piedra, 23 al suelo
50	Iglesia de Ntra. Sra. del Carmen, calle Hassan II, Dakhla	30/09/2010	12:20	54,6%	27°	30° NE		50K 28Q 19G 60N	Puerta co-cina iglesia		Pintura	2 cm al suelo
51	Residencia com-plejo de la Iglesia de Ntra. Sra. del Carmen, calle Has-san II, Dakhla	30/09/2010	12:30	56,0%	28°	210° SW		60Q 11K 17N	Puerta de la residencia	año 1974	Pintura	1 cm al suelo in-terno y 10 al ex-terno
52	Iglesia de Ntra. Sra. del Carmen, calle Hassan II, Dakhla	30/09/2010	12:45	53,5%	28°	100° SE		8 en todo	Portón prin-cipal	años	Pintura	0,5 cm al suelo interior y 10 al exterior
53	Iglesia de Ntra. Sra. del Carmen, calle Hassan II, Dakhla	30/09/2010	12:50	53,5%	28°	100° SE		15G	Celosía hueco	año 1950	Pintura	100 cm
54	Colegio de la As. Leader de la Marche Verte des Aveugles et Handicapes, Av. Maalaine	01/10/2010	12:15	52,0%	28°	100° SE		12K 14N 11H 11G	Ventana	año 1987	Pintura	2 cm
55	Colegio de la As. Leader de la Marche Verte des Aveugles et	01/10/2010	12:20	52,0%	28°	100° SE		17T 14S 6A 11PO	Puerta	año 1987	Pintura	130 cm
56	Asociación minus-válidos de Dakhla	01/10/2010	13:15	61,0%	26°	120° SE		17K 11L 9Q 14M	Puerta	año 2008	Pintura	2 cm
57	Asociación minus-válidos de Dakhla	01/10/2010	13:20	61,0%	26°	120° SE		17K 8G 15N	Ventana	año 2008	Pintura	120 cm
58	Boulevard Abdel-kharkek 20, Torris	02/10/2010	12:20	66,0%	27°	200° SW		17R 20L 15S 14T	Puerta	año 1950 aprox.	Pintura (dañada)	0 cm
59	Antiguo Cine Lumen	02/10/2010	12:30	62,1%	27°	210° SW		6R 14M (6 en casi todo)	Portón	año 1955 aprox.	Pintura	0-1 cm
60	Edif. Zona Serv. Telecom. Av. Moha-med V	02/10/2010	13:00	75,0%	25°	320° NW		20R 22H 20J 20K (20 en todo)	Persiana	año 1958 aprox.	Restos de pin-tura	150 cm
61	Edif. Zona Serv. Telecom. Av. Moha-med V	02/10/2010	13:05	75,0%	25°	320° NW		25Q 15L 15M	Ventana	año 1958 aprox.	Restos de pin-tura	150 cm
62	La Misson del Te, Av. Mohammed V	02/10/2010	13:10	71,4% (dentro) 70% fuera	25°29°	290° NW		15M 12G (dentro) 12R 12L 11P 17M (fuera)	Portón	año 2008	Barniz	2 cm
63	Tauorta	02/10/2010	16:50	77,7%	24°	45° NE		60M 50K 22R 20Q 60L	Puerta	año 1982	Pinura dañada	0,5 cm
64	Calle Tauorta (Centro), 7	03/10/2010	11:10	50,1%	30°	120° SE		11L 12M 15Q 11O	Puerta	año 2000	Barniz dañado	0,5 cm suelo int., 3 cm ext.
65	Barracones	03/10/2010	11:35	48,5%	31°	20° NE		60K 17G 14A 25H	Bastidor	año 1970-72	Restos de pintura	0 cm interior, 8 exterior
66	Rue Aik Rouges, 96	07/10/2010	10:30	69,4%	25°	40° NE		60L 60M 17R 12P	Puerta	año 1990	Barniz (3 ó 4 años)	1 interior
67	Rue Aik Rouges, 90	07/10/2010	10:40	60,5%	27°	200° SW		25L 25M 14Q 14O	Puerta	año 2001	Barniz	2 cm int. y 2 ext.
68	Boulevard Moha-med V	07/10/2010	10:50	68,6%	27°	110° SE		8L 12M 6R 11O	Puerta	año 2000	Barniz	1 cm a peldaño, 18 a suelo
69	Plaza de la Feria, 24	25/12/2010	16:48	17,0%	22°	50° NE		12K 15L 6M 9R	Portón		Barniz	2 cm ext.
70	Canalejas, 57	25/12/2010	17:00	17,0%	22°	65° NE		15L 11R 12M 12N	Puerta		Pinura	0 int., 5 ext.
71	Perojo, 23	25/12/2010	17:30	67,5%	22°	65° NE		12M 9L 14S	Puerta		Pinura	1 int., 30 ext.
72	Reyes Católicos, 41	25/12/2010	18:00	67,5%	21°	280° NW		11K 11N 9L 8R	Puerta		Pintura + Barniz	0 int., 30 ext.
73	Dr. Chil, 24	25/12/2010	18:15	71,0%	21°	200° SW		23M 22M 15L 9L<6L	Puerta		Barniz con color	0 int., 5 ext.